

[0029]

FIG. 6 is a cross-sectional view of a variable valve timing structure. In FIG. 6, 201 is a timing gear for driving a camshaft and it is relatively driven by a crankshaft with a belt (not shown). 202 is a camshaft for driving a inlet valve. The timing gear 201 and the camshaft 202 are fixed on an outer sleeve 203 and an inner sleeve 204, respectively. The outer sleeve 203 and the inner sleeve 204 are attached so as to be rotatable relatively each other. At the perimeter of each sleeve, a pair of slit 205, 205B and 206, 206B are disposed so as to protrude in an axial symmetry position as shown in FIG. 7. The slit 205 on the outer sleeve and the slit 206 on the inner sleeve are disposed so as to protrude and they are inclined to the opposite direction against the shaft direction of the camshaft 202 each other as shown in FIG. 8. In the crossed part of the slit 205 and 206, a roller bearing 207 and 208, which can rotate independently each other, are disposed so as to touch an inner wall of the slit 205 and 206, respectively. The roller bearing 207B and 208B touch as well as the inner walls of a slit 205B and 206B, which are placed in an axial symmetry position to the slits shown in FIG 8. However, touched inner walls 205 and 206 are opposite to that in FIG 8. Therefore, by moving the roller bearing 207, 208, 207B and 208B back and forth in a shaft direction of the camshaft simultaneously, the outer sleeve 203 and the inner sleeve can be rotated relatively without backrush. As described above, since the outer sleeve 203 and the inner sleeve 204 are integrally fixed to the timing gear 201 and to the camshaft 202 respectively, a phase of the timing gear 201 and the camshaft 202 is changed by a relative rotation of the outer sleeve 203 and the inner sleeve 204. As a result, a phase angle of opening-closing valve timing to the crankshaft can be changed.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-248277

(43)公開日 平成5年(1993)9月24日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 13/02	H	7367-3G		
F 0 1 L 1/34	Z	6965-3G		
F 0 2 B 17/00	F	9039-3G		

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平4-46841

(22)出願日 平成4年(1992)3月4日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 松浦 幸三

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

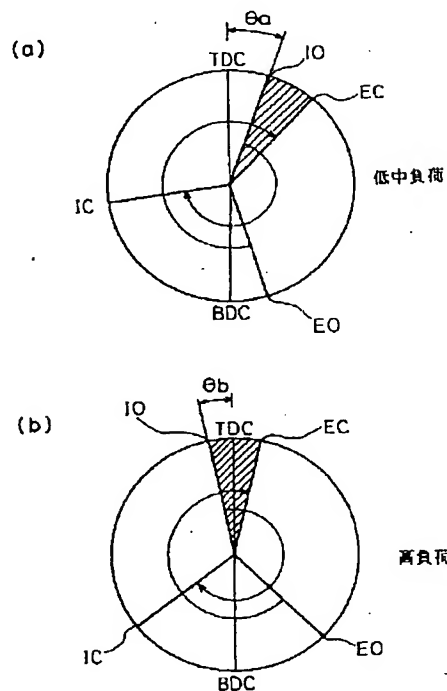
(74)代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

(54)【発明の名称】 筒内噴射式火花点火機関

(57)【要約】

【目的】 低負荷時に成層混合気燃焼を行う筒内噴射式火花点火機関の成層混合気燃焼の状態を改善すると共に、圧縮仕事による損失を低減する。

【構成】 可変バルブタイミング装置を用いて、吸排気弁の開閉タイミングを同時に変更する。低、中負荷時 (図1(a))には排気弁閉弁時期 (EC)と吸気弁閉弁時期 (IC)とを共に遅らせ、ECの遅延により残留既燃ガス量を増大させ、筒内ガス温度上昇による成層混合気燃焼の改善を図ると共に、ICの遅延により圧縮行程時の筒内空気を減らし圧縮損失を低減する。高負荷時 (図1(b))にはEC、IC共に進角し、吸気体積効率の向上を図る。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 気筒内に燃料を直接噴射可能な燃料噴射弁を備え、機関負荷が所定値以下の運転では気筒内に噴射した燃料を点火栓近傍に導いて成層燃焼させ、機関負荷が所定値以上の運転では気筒内に噴射した燃料を燃焼室内に一様に分布させて均質燃焼させる筒内噴射式火花点火機関において、

吸気弁と排気弁のバルブタイミングを変更する手段を設け、機関負荷が所定値以下の場合には吸排気弁のオーバーラップを一定に保ったまま吸排気弁双方の閉弁時期を遅延させることを特徴とする筒内噴射式火花点火機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は筒内噴射式火花点火機関に関する。

【0002】

【従来の技術】 気筒内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁を備え、燃料噴射量が少ない比較的低負荷の運転時には要求燃料噴射量の少なくとも一部を気筒圧縮行程中に噴射して点火栓近傍に混合気を成層させることにより希薄混合気燃焼を行うようにした筒内直接噴射式火花点火機関が公知である。

【0003】 この種の内燃機関の例としては本願出願人により特開平 2-169834 号公報に提案されたものがある。同公報に提案された筒内直接噴射式火花点火機関では、要求燃料噴射量が所定の第 1 の噴射量より少ない場合には要求燃料噴射量の全量を気筒圧縮行程中に噴射し、要求燃料噴射量が上記第 1 の噴射量より大きく、かつ所定の第 2 の噴射量より小さい場合には要求燃料噴射量の一部を圧縮行程中に噴射するようにして残りの燃料は前もって吸気行程中に噴射するようにしている。

【0004】 このように燃料を分割噴射することにより、吸気行程中に噴射された燃料は筒内全体に火炎伝播可能な均一希薄混合気を形成し、圧縮行程中に噴射された燃料は点火栓近傍に成層され、着火可能な比較的高い混合気を形成するため、混合気の着火と火炎の伝播が良好になり、燃焼状態が向上する。また、要求燃料噴射量が比較的多いときに燃料の全量を圧縮行程中に噴射した場合に点火栓付近に局部的に過濃混合気が形成されることにより生じるスモーク発生や出力低下の問題が解決される。

【0005】 要求燃料量が更に増大して前記第 2 の噴射量以上になり吸気行程噴射のみによっても点火栓により着火可能な濃度の均一混合気を筒内全体に形成できるようになると、圧縮行程噴射は停止し要求燃料噴射量の全量が吸気行程中に噴射されるようにする。（或いは、この場合も燃料噴射量の一部を圧縮行程中に噴射するようにしても良い。）

上記のように分割燃料噴射を行うことにより燃料噴射量の少ない低負荷領域では安定した着火を得るとともに、

燃料噴射量の多い領域では空気利用率を向上して良好な燃焼を得ることが可能となっている。

【0006】 しかし、上述のように低負荷運転時に主として成層混合気燃焼を行うようにすると混合気成層領域の周囲では燃焼によってもガス温度が充分に上昇しないため燃焼室壁温が比較的低くなる傾向がある。このため、燃焼室内で混合気が充分に昇温されず着火前の混合気温度が低くなることから燃焼速度も低くなり気筒内の燃焼ガス温度も低下する。これにより成層混合気燃焼中は燃焼室壁温が上がらず、燃焼速度の低下による燃焼の不安定化が生じ易い。

【0007】 本願出願人はこの問題を解決するために、既に特開平 2-311656 号において、機関低負荷運転時に高負荷運転時よりも吸排気弁のオーバーラップを増大させるようにした機関を提案している。すなわち、特開平 2-311656 号に提案した機関は吸気弁に可変バルブタイミング装置を設け、機関低負荷時には排気弁のバルブタイミングは一定にしたまま吸気弁のバルブタイミングを進角させることにより吸排気弁のオーバーラップを増大させている。

【0008】 このように吸気弁のバルブタイミングを進角させて吸気弁の開弁時期を早めることにより、吸気弁開弁時に吸気ポートに気筒内の既燃ガスを逆流させ、続いて吸気行程でこの既燃ガスを再度気筒内に吸入するようにして気筒内の残留既燃ガス量を増大させることができる。気筒内に残留した高温の既燃ガスは吸入される新気と混合して混合気の温度を上昇させるため着火前の筒内ガス温度が上昇し、ガス温度低下に伴う成層燃焼時の前述の問題を解消することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 ところが低負荷時にバルブオーバーラップを増大させるために吸気弁の開弁時期を早めた場合、吸気弁の開弁時期もそれに依りて早くなってしまう問題が生じる。低負荷時に成層混合気燃焼を行う機関では、通常、ポンピングロスを低減する目的で吸気の絞り量を小さくしているため、燃料噴射量に比して吸入空気量が多く、吸入空気の大部分は燃焼に関与していない。従って筒内に吸入した空気が増える程圧縮行程では燃焼に関与しない空気を圧縮するための仕事が増大することになる。このため低負荷時には吸気弁の開弁時期を圧縮行程の比較遅い時期に設定して、吸気行程で気筒内に吸入した空気の一部を圧縮行程で吸気ポートに押し出すようにすることが好ましい。これにより気筒内に残る吸入空気量が減少し、燃焼に関与しない空気を圧縮するための仕事を低減できるからである。

【0010】 ところが上述のように低負荷時に吸気弁の開弁時期を早めると気筒内に残る吸入空気量は却って増大してしまう。このため吸気弁のバルブタイミングを進角させてオーバーラップを増大させた場合には、残留既燃ガス量の増加により成層混合気の燃焼状態の改善は図れ

るものの、燃焼に関与しない吸入空気の圧縮に要する仕事が増大し、機関出力の低下や燃費の増大を生じる恐れがある。

【0011】本発明は、上記に鑑み、出力損失の増加を伴うことなく筒内噴射式火花点火機関の低負荷時の燃焼を改善することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、気筒内に燃料を直接噴射可能な燃料噴射弁を備え、機関負荷が所定値以下の運転では気筒内に噴射した燃料を点火栓近傍に導いて成層燃焼させ、機関負荷が所定値以上の運転では気筒内に噴射した燃料を燃焼室内に一樣に分布させて均質燃焼させる筒内噴射式火花点火機関において、吸気弁と排気弁のバルブタイミングを変更する手段を設け、機関負荷が所定値以下の場合には吸排気弁のオーバーラップを一定に保ったまま吸排気弁双方の閉弁時期を遅延させることを特徴とする筒内噴射式火花点火機関が提供される。

【0013】

【作用】本発明の作用は図1のバルブタイミング図により説明される。図1は吸排気弁の開閉時期を示し、図1(a)は機関低中負荷時のバルブタイミングを、図1(b)は高負荷時のバルブタイミングを示している。また、図のTDC、BDCはそれぞれピストンの上死点と下死点を示し、EO、ECは排気弁の開弁時期と閉弁時期を、IO、ICは吸気弁の開弁時期と閉弁時期とを示している。図中斜線で示した部分は吸、排気弁の両方が開弁している時期（バルブオーバーラップ）を示している。図1(a)、(b)とも排気弁は膨張行程においてピストンがBDCに到達する前に開弁し、シリンダ内の高圧高温の既燃ガスを排気系に排出して、ピストンが排気行程のTDCに達した後に閉弁する。

【0014】本発明では、図1(a)に示すように低中負荷時には高負荷時（図1(b)）に対して吸、排気弁のバルブオーバーラップを変更することなく排気弁閉弁時期（EC）を遅らせており、このため、ピストンが吸気行程に入ってから排気弁が開弁を続ける時間が長くなっている。従って、排気行程で排気ポートに流出した既燃ガスの一部が吸気行程で再び排気ポートから気筒内に流入する、いわゆる内部EGR量が増大し、気筒内の残留既燃ガス量が増加する。

【0015】これにより低、中負荷時（図1(a)）にはバルブオーバーラップを変更することなく残留既燃ガス量を増大でき、気筒内のガス温度が上昇し、成層混合気の燃焼状態が改善される。また、本発明では低中負荷時には排気弁の閉弁時期と共に吸気弁の閉弁時期（IC）が遅延される（図1(a)）。

【0016】このため、高負荷時（図1(b)）に比して低中負荷時ではピストンが圧縮行程に入ってから吸気弁が開弁を続ける期間が長くなる。従って、吸入行程で

気筒内に流入した新気のうち、圧縮行程で再び吸気ポートに押し出される新気の量が増大し、吸気弁閉弁時（IC）に気筒内に残る空気量が低下する。低、中負荷時に成層混合気燃焼を行う機関では、もともと筒内空気過剰率が極めて大きいため上記の空気量低下により燃焼が悪化することではなく、これにより圧縮行程での筒内空気量が減少し、余分な圧縮仕事を低減することができる。

【0017】

【実施例】図2は本発明を適用した4気筒ガソリンエンジンの一実施例の構成を示す。図において1はエンジン本体、2は吸気管、3はエアクリーナ、4はサージタンクを示す。本実施例においては吸気管にスロットルバルブは設けられておらず吸入空気量の制御は行っていない。また、図示していないが本実施例のエンジンは吸排気弁をそれぞれ別のカム軸で駆動するダブルオーバーヘッドカムシャフト（DOHC）式の動弁機構を有しており、更にカム軸には後述する可変バルブタイミング装置（VVT）30を備え、吸気弁と排気弁の開閉時期を同時に同量ずつ変化させることができるようになっている。

【0018】更に、本実施例のエンジンには各気筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁5が設けられている。燃料噴射弁5は各気筒の1行程中に燃料の分割噴射を行うためピエゾ圧電素子を用いた作動速度の高いものが使用されている。6は各枝管14を通じて燃料噴射弁5に高圧燃料を供給する高圧リザーバタンク、7は高圧導管8を介して高圧燃料をリザーバタンク6に圧送するための、吐出圧制御可能な高圧燃料ポンプ、9は燃料タンク、10は導管11を介して燃料タンク9から高圧燃料ポンプ7に燃料を供給する低圧燃料ポンプを夫々示す。低圧燃料ポンプ10の吐出側は、各燃料噴射弁5のピエゾ圧電素子を冷却するための圧電素子冷却用導入管12に接続される。圧電素子冷却用燃料油戻管13は燃料タンク9に連結され、この戻管13を介して圧電素子冷却用導入管12を流れる燃料を燃料タンク9に回収する。

【0019】電子制御ユニット（ECU）20はデジタルコンピュータからなり、エンジン1の各種制御を行っている。これらの制御のため、ECU20にはクランク角センサ22から機関回転数 N_e に比例した出力パルスが、またアクセル開度センサ24からアクセルペダル（図示せず）の操作量（アクセル開度） θ_A に応じた出力信号が入力されている。

【0020】またECU20は図示しない点火回路を介して各気筒に設けられた点火栓16に接続され各気筒の点火時期を制御している他、図示しない駆動回路を介して各燃料噴射弁5に接続され、燃料噴射時期、と燃料噴射量とを制御している。また、同様にVVT30も図示しない駆動回路を介してECU20に接続されており、ECU20からの信号に応じて吸、排気弁の開閉タイミングが変更されるようになっている。

【0021】前述のように本実施例のエンジンはスロットル弁による吸入空気量制御を行っておらず、エンジンの負荷は燃料噴射量をアクセル角度 θ_A とエンジン回転数 N_e とに応じて変えることにより制御されている。従って燃焼室内には常に大量の吸入空気が供給されるため、空燃比は通常のエンジンよりリーン側になっており、特に低負荷時には噴射した燃料を気筒内に均一に拡散させてしまうと点火栓による着火ができなくなる。そこで本実施例ではエンジン低負荷時では、燃料噴射時期を遅らせて、気筒圧縮行程後期に燃料噴射を行うようにしている。図3は圧縮行程後期に燃料噴射を行った場合の噴射燃料の拡散パターンを示すエンジンの縦断面図である。

【0022】図において60はシリンダブロック、61はシリンダヘッド、62はピストン、63はピストン62の頂面に形成された略円筒状凹部、64はピストン62頂面とシリンダヘッド61内壁面間に形成されたシリンダ室を夫々示す。点火栓16はシリンダ室64に臨んでシリンダヘッド61のほぼ中央部に取り付けられる。シリンダヘッド61内には吸気ポートおよび排気ポートが形成され、これら吸気ポートおよび排気ポートのシリンダ室64内への開口部には夫々吸気弁および排気弁が配置されているが、図は圧縮行程後期の状態であり、吸気弁とともに閉弁しているため図面には示していない。燃料噴射弁5はスワール型の燃料噴射弁であり、広がり角が大きく貫徹力の弱い噴霧状の燃料を噴射する。燃料噴射弁5は、斜め下方を指向して、シリンダ室64の頂部に配置され、点火栓65近傍に向かって燃料噴射するように配置される。また、燃料噴射弁5の燃料噴射方向および燃料噴射時期は、噴射燃料がピストン62頂部に形成された凹部63を指向するように決められる。図示したように圧縮行程後期に噴射された燃料は、シリンダ室64内圧力が上昇しており貫徹力が弱く、シリンダ室64内での空気の流動も低下した状態であるためシリンダ室64内に拡散せず、点火栓16近傍の領域Kに集中して成層化する。この領域K内の燃料分布も不均一であり、リッチな混合気層から空気層まで変化しているため、この領域K内には最も着火しやすい混合気層が存在する。従って燃料噴射量が少ない場合でも点火栓16による着火が可能となる。

【0023】次に図4(a)から(d)は中負荷より高い負荷領域における燃料噴射を示している。中負荷以上の負荷では燃料は吸入行程初期(図4(a))と圧縮行程後期(図4(c))との2回に分けて分割噴射が行われる。これは、中負荷以上の領域では燃料噴射量も増大するため、全燃料量を圧縮行程後期に噴射すると点火栓16近傍に形成される混合気領域が全体的に過濃となり、この領域で燃料空気量が不足して不完全燃焼を生じるため、排気スモークの発生や出力不足を生じることがあるからである。

【0024】図4(a)は吸気行程初期における第1回の燃料噴射を示す。この状態では吸気弁66が開弁しており吸気ポートからシリンダ室64内に新気が流入している。従って燃料噴射弁5から噴射された燃料は吸気ポートから流入する新気流により生じる乱れRによって拡散され、吸気行程から圧縮行程に至る間にシリンダ室64内に均一な混合気Pが形成される(図4(b))。この混合気Pの空燃比はかなりリーンになっており点火栓16により直接着火することは困難であるが一旦着火した場合には着火火炎が伝播できる程度以上の空燃比とされている。次いで吸気弁66が閉弁した後、圧縮行程後期(図4(c))では第2回目の燃料噴射が行われる。この圧縮行程後期に噴射された燃料は図3の場合と同様に点火栓16近傍に着火可能な濃度の混合気を含む混合気領域Kを形成する。従って点火栓16により着火が行われると混合気領域Kを中心に燃焼が進行し、その周辺から順次混合気Pに火炎が伝播し燃焼が進行する。中負荷程度の領域においては燃料噴射量あまり多くないため、吸気行程時に全燃料を噴射させてシリンダ室64内に均一に拡散させると、点火栓16による着火が困難となるが、上記のように吸気行程と圧縮行程とに分割して燃料を噴射し、着火火炎伝播が可能な程度以上の濃度の混合気と、点火栓16による点火が可能な濃度の成層混合気とを形成することにより、全体としてリーンな混合気を着火、燃焼させることができる。また、本実施例では、負荷が増大して燃料噴射量が増大し、シリンダ室64内に点火栓16による着火が可能な濃度の均一な混合気を形成できる量に達したときには、圧縮行程中の噴射は停止し、吸気行程初期に全量の燃料を噴射するようにしている。

【0025】図5は吸入行程時の燃料噴射量 Q_S と圧縮行程時の燃料噴射 Q_C との関係を示す図で、横軸は合計噴射量 $Q_T = Q_S + Q_C$ を縦軸は合計噴射量 Q_T の圧縮行程噴射量 Q_C と吸入行程噴射量 Q_S とへの配分を示している。図からわかるように合計噴射量 Q_T が Q_1 以下の場合(区間I)は Q_S はゼロとされ、全量が圧縮行程中に噴射される。また Q_T が Q_1 以上 Q_2 以下である場合(区間II)には Q_C は点火栓近傍に着火可能な成層混合気を形成するのに十分な Q_{C1} まで減少され、それ以外の量は吸気行程中に噴射される。また、 Q_T が Q_2 以上になった場合(区間III)には圧縮行程噴射量 Q_C はゼロとされ、全燃料が吸気行程中に噴射される。 Q_2 はシリンダ室64内に点火栓16による着火が可能な均一混合気を形成するのに十分な燃料噴射量である。

【0026】本実施例では合計燃料噴射量が Q_2 以下、特に Q_1 より少ない領域ではシリンダ室内の燃焼は成層混合気燃焼が中心となっている。このため前述のようにシリンダ壁温が上昇せず混合気温度も低くなることから着火後の燃焼が不安定になりやすい。本実施例では負荷(合計燃料噴射量)に応じて吸気弁と排気弁との両方の

開閉タイミングを変えることにより、成層混合気燃焼時に気筒内既燃ガス量を増大させて燃焼を安定させると共に圧縮仕事の増加を防止している。

【0027】すなわち、本実施例では合計燃料噴射量 Q_T が Q_2 以下の場合(図5、区間I、II)、すなわち成層混合気燃焼が行われる場合には吸気弁、排気弁の開閉タイミングを同量ずつ遅らせて図1(a)の状態になるようにする。また合計燃料噴射量 Q_T が Q_2 以上の場合(図5、区間III)、すなわち均一混合気燃焼が行われる場合には吸、排気弁の開閉タイミングを同量ずつ進めて図1(b)の状態になるようにする。これにより低中負荷時(図1(a))には気筒内の残留既燃ガス量を増大させ、同時に圧縮行程で圧縮する空気量を減らすことにより燃焼安定と出力損失低減との両方の効果を得られる。また、高負荷時(図1(a))には排気弁の開閉時期を早めることにより残留既燃ガス量が減少し、更に吸気弁の開閉時期を早めることにより圧縮行程で気筒内に残る新気の量が増大するため、吸気体積効率が向上し、大出力を確保することができる。

【0028】次に図6に本実施例に使用する可変バルブタイミング装置30を示す。本実施例では可変バルブタイミング装置30として、特開昭58-135310号公報に記載したものをを用いているが別の形式の可変バルブタイミング装置も使用可能である。以下図6から図8を用いて特開昭58-135310号公報の可変バルブタイミング装置について説明する。本実施例においては吸気カム軸に本可変バルブタイミング装置を備え、クランク軸に対する吸気カム軸の回転位相を変化させることにより吸気弁のバルブタイミングを変化させる。また、図示していないが本実施例のエンジンでは排気カム軸はギヤを介して吸気弁から同期駆動される形式であり、クランク軸に対する吸気カム軸の回転位相を変化させることにより同時に排気カム軸の回転位相も同量だけ変化するようになっている。すなわち、本実施例の可変バルブタイミング装置は吸気弁と排気弁の開閉タイミングを同時に同一量だけ変化させるものである。

【0029】図6は可変バルブタイミング装置の構造を示す断面で、図6において201はカム軸駆動用のタイミングギヤで、図示しないベルトによりクランク軸から回転駆動されている。又202はカム軸で、吸気弁を駆動しており、タイミングギヤ201とカム軸202とはそれぞれアウトスリーブ203とインナスリーブ204と共に固定されている。アウトスリーブ203と204とは互いに相対回転可能に取付けられていて、それぞれのスリーブの外周には図7に示すように軸対称の位置に1対のスリット205、205Bと206、206Bとが穿設されている。アウトスリーブ上のスリット205とインナスリーブ上のスリット206とは図8に示すようにカム軸202の軸線方向に対して互いに反対方向に傾斜して穿設され、スリット205と206との交叉部分

には互いに独立して回転できるローラベアリング207と208とがそれぞれスリット205と206の内壁の一方に接触するように設けられている。ここで図8に示したものと軸対称の位置にあるスリット205Bと206Bの内壁にも同様にローラベアリング207Bと208Bとが接しているが、接触している内壁205、206は図8とは反対になっている。従ってローラベアリング207、208及び207B、208Bを同時にカム軸の軸線方向に前後移動させることによりバックラッシュを生じずにアウトスリーブ203とインナスリーブ204とを相対的に回転させることができる。前述のようにアウトスリーブ203はタイミングギヤ201に、又インナスリーブ204はカム軸202にそれぞれ一体に固定されているため上記アウトスリーブ203とインナスリーブ204との相対回転によりタイミングギヤ201とカム軸202との位相が変化することになりバルブ開閉タイミングのクランク軸に対する位相角を変えることができる。

【0030】次に上記ローラベアリング207(B)と208(B)とをカム軸の軸線方向に沿って移動させる機構について説明する。図6と図7とに示すように、ローラベアリング207(B)、208(B)は、スライダ209の直径部貫通孔210に挿通支持されたベアリング軸211に回転自在に支持されており、スライダ209は軸方向には移動可能だが回転方向には固定された非回転の駆動スリーブ212にベアリング213を介して回転自在に支持されている。ベアリング213はそのアウトレースとインナレースがそれぞれスライダ209と駆動スリーブ212とに固定されている。このため駆動スリーブ212が非回転のまま軸方向に移動するとスライダ209、ベアリング軸211はアウトスリーブ203、インナスリーブ204と共にスライダ209の周囲に回転自在に保持されたまま軸方向に移動することができる。また、上記駆動スリーブ内面には螺条が設けられており、ハウジング214に固定されたステップモータ215の出力軸216の螺条と螺合している。駆動スリーブ212はハウジングに設けた軸方向スプライン217により回転に対して固定されているためステップモータにより出力軸216を回転させると駆動スリーブ212は軸方向に移動する。すなわちステップモータ215を回転させることによりスライダ209とローラベアリング207(B)、208(B)がステップモータ215の回転に応じた距離だけ軸方向に移動し、アウトスリーブ203とインナスリーブ204を相対回転させカム軸202のクランク軸に対する位相を変更することができる。なお、上述の説明から明らかなように本実施例では吸気弁及び排気弁の開閉時期と閉閉時期とは同時に同じ位相だけ変化し、開閉期間は一定に保たれる。

【0031】本実施例では図9に示すように機関が比較的低負荷(低トルク)で運転される領域、すなわち圧縮

行程で燃料噴射が行われる領域で吸、排気弁開閉時期の遅角を行うようにして、成層混合気燃焼時の燃焼状態向上と圧縮仕事の低減を図っている。次に図10のフローチャートを用いて本実施例のECU20による制御動作を説明する。

【0032】図10は燃料噴射制御ルーチンを示し、本ルーチンは一定クランク角毎の割り込みによって実行される。図において、まずステップ100において機関回転数 N_e およびアクセル開度 θ_A が読み込まれる。ステップ102ではマップ1(図11)から、 N_e および θ_A に基づいて要求燃料噴射量 Q_T が算出される。図11を参照すると Q_T は θ_A が増大するにつれて増大し、 N_e が4000rpm付近で最大値を有する。

【0033】ステップ104では、要求燃料噴射量 Q_T が Q_1 (図5参照)以下か否かが判定される。肯定判定された場合、ステップ106以下で要求燃料噴射量 Q_T の全量が圧縮行程において噴射される。すなわち、ステップ106で圧縮行程燃料噴射量 Q_C が要求燃料噴射量 Q_T に設定され、ステップ108で吸気行程燃料噴射量 Q_S は0とされる。ステップ110で圧縮行程燃料噴射期間 T_C がマップ2(図12)から Q_C に基づいて算出される。図12を参照すると T_C は Q_C が増大するにつれて直線的に増大する。ステップ112では吸気行程燃料噴射期間 T_S が0とされる。ステップ114ではマップ3(図13)から圧縮行程燃料噴射量 Q_C および機関回転数 N_e に基づいて圧縮行程燃料噴射開始時期 T_{C1} が算出されステップ115でフラグ θ_{RTD} に1をセットして本ルーチンを終了する。図13を参照すると、 T_{C1} は圧縮上死点からの噴射進角で示されている。 T_{C1} は、 N_e および Q_C が増大するにつれて早められる。 θ_{RTD} は後述するように吸排気弁開閉タイミングを表すフラグであり $\theta_{RTD} = 1$ のとき吸排気弁開閉タイミングは所定量遅角される。

【0034】ステップ104で否定判定された場合は次にステップ116で要求燃料噴射量 Q_T が Q_2 (図4参照)以下か否かが判定される。肯定判定された場合ステップ118以下で要求燃料噴射量 Q_T は圧縮行程と吸気行程とに分割噴射される。ステップ118では圧縮行程燃料噴射量 Q_C に Q_{C1} (図5参照)が入れられる。ステップ120では吸気行程燃料噴射量 Q_S に $Q_T - Q_{C1}$ が入れられる。すなわち吸気行程燃料噴射量 Q_S と圧縮行程燃料噴射量 Q_C との和が要求噴射量 Q_T になるようにされる。ステップ122と124ではマップ2(図12)から Q_C 、 Q_S に基づいて圧縮行程燃料噴射期間 T_C と吸気行程燃料噴射期間 T_S とがそれぞれ算出される。

【0035】次にステップ126ではマップ4(図14)から要求噴射量 Q_T および機関回転数 N_e に基づいて圧縮行程燃料噴射開始時期 T_{C1} が算出される。図14を参照すると、 T_{C1} は圧縮上死点からの噴射進角で示されており、 T_{C1} は N_e および Q_T が増大するにつれて早

められる。ステップ128ではマップ5(図15)から吸気行程燃料噴射量 Q_S および機関回転数 N_e に基づいて吸気行程燃料噴射開始時期 T_{S1} が算出される。図15を参照すると、 T_{S1} は圧縮上死点からの噴射進角で示されており、 T_{S1} は N_e が増大するにつれて早められるが、 Q_S によっては変化せしめられない。これは、吸気行程噴射では燃料が拡散して混合気を形成するのに十分な時間があるため、 Q_S の多少に応じて変化させる必要がないからである。以上のステップ終了後ステップ129でフラグ θ_{RTD} に1をセットしてルーチンを終了する。

【0036】ステップ116で否定判定された場合はステップ130以下で要求燃料噴射量 Q_T の全量が吸気行程中に噴射される。すなわち、ステップ130では吸気行程燃料噴射量 Q_S は要求燃料噴射量 Q_T に設定され、ステップ132で圧縮行程燃料噴射量 Q_C は0とされる。またステップ134で圧縮行程燃料噴射期間 T_C も0とされ、ステップ136でマップ2(図12)から Q_S に基づいて吸気行程燃料噴射期間 T_S が算出される。次にステップ138では Q_S と N_e とに基づいてマップ5(図15)から吸気行程燃料噴射開始時期 T_{S1} が算出され、ステップ139でフラグ θ_{RTD} を0にリセットしてルーチンを終了する。

【0037】以上のステップ終了後図示しない他のルーチンによって燃料噴射が実行される。また同様に図示しない他のルーチンによって要求燃料噴射量 Q_T と機関回転数 N_e とに基づいて点火時期が設定される。次に図16は吸排気弁の開閉タイミング制御を示すルーチンである。本ルーチンは一定クランク角毎の割り込みによって実行される。図においてステップ150では θ_{RTD} が1か否かの判定が行われ、 θ_{RTD} が1であれば場合は吸気弁開閉タイミングを遅延させるため、吸気弁開閉時期 θ_l は所定のクランク角 θ_a にセットされる(ステップ152)。吸気弁の開閉時期 θ_l が θ_a に遅角設定されると吸気カム軸からギヤを介して駆動される排気カム軸もクランク軸に対して同量だけ位相が変化し排気弁の開閉時期も遅延設定される(図1(a))。これにより気筒内の残留既燃ガス量は増大し、同時に圧縮仕事は低減される。

【0038】また、ステップ150で θ_{RTD} が0であった場合は、吸気弁開閉タイミングは所定量進角され、吸気弁開閉時期 θ_l はクランク角 θ_b にセットされる(ステップ154)。これにより吸、排気弁の開閉時期は図1(b)の状態に設定され、吸気体積効率の向上により高出力を確保することができる。上記により θ_l の設定が完了するとステップ156で θ_l の値を可変バルブタイミング装置の駆動回路に出力し、可変バルブタイミング装置30のステップモータ215を駆動し吸気弁開閉時期が変更される。

【0039】なお、本実施例では、吸気弁開閉タイミン

グは、通常値 θ_a と進角値 θ_b との2通りに固定されているが、圧縮行程燃料噴射量又は吸気行程燃料噴射量に応じて吸気弁開閉タイミングを連続的に変化させても良い。また、本実施例では可変バルブタイミング装置30を吸気カム軸に設け、排気カム軸を吸気カム軸からギヤを介して駆動することにより吸、排気弁のバルブタイミングを同時に変化させているが、本発明はこれに限定されるわけではなく、例えばクランク軸からベルト、チェーン等を用いてカム軸を駆動する場合に、クランク軸とプーリ又はスプロケットとの間に可変バルブタイミング装置を介装し、吸排気弁のバルブタイミングを同時に変化させるようにしても良い。

【0040】

【発明の効果】本発明による筒内噴射式火花点火機関は、機関低負荷時には、高負荷時より吸気弁と排気弁の両方の開弁時期を遅延させるようにしたことにより、低負荷運転時には成層混合気燃焼の安定化と圧縮仕事による損失低減を、また高負荷運転時には大出力の確保を図ることができる優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】吸排気弁のバルブタイミング変更による本発明の作用を説明する図である。

【図2】本発明を適用した機関の一実施例を示す全体構成図である。

【図3】圧縮行程燃料噴射時のシリンダ室内の混合気状態を示す図である。

【図4】分割噴射時のシリンダ室内の混合気状態を示す図である。

【図5】圧縮行程噴射と吸気行程噴射の燃料噴射量を示す図である。

【図6】可変バルブタイミング装置の構造を示す図である。

【図7】可変バルブタイミング装置の構造を示す図であ

る。

【図8】可変バルブタイミング装置の構造を示す図である。

【図9】燃料噴射の方式とバルブタイミング設定との関係を示す図である。

【図10】燃料噴射制御動作を示すフローチャートである。

【図11】燃料噴射量 Q_T 設定に用いるマップを示す図である。

【図12】燃料噴射期間 T_C 設定に用いるマップを示す図である。

【図13】燃料噴射開始時期 T_{CI} 設定に用いるマップを示す図である。

【図14】燃料噴射開始時期 T_{CI} 設定に用いるマップを示す図である。

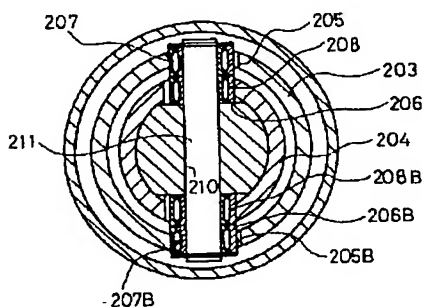
【図15】燃料噴射開始時期 T_{SI} 設定に用いるマップを示す図である。

【図16】吸排気弁バルブタイミング制御動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

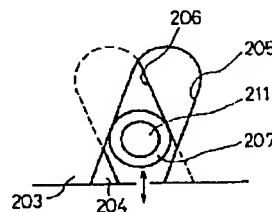
- 1…エンジン本体
- 2…吸気管
- 3…エアクリーナ
- 4…サージタンク
- 5…燃料噴射弁
- 6…高圧リザーバ
- 7…高圧ポンプ
- 9…燃料タンク
- 10…低圧ポンプ
- 16…点火栓
- 20…電子制御ユニット
- 30…可変バルブタイミング装置

【図7】

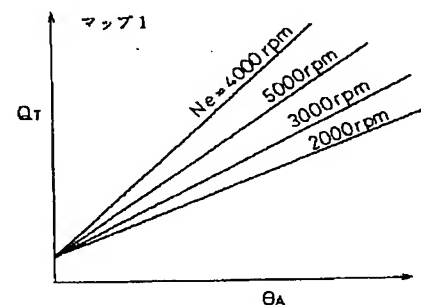


- 203…アウトスリーブ
- 204…インスリーブ
- 205, 205B…スリット
- 206, 206B…スリット
- 207, 207B…ローラベアリング
- 208, 208B…ローラベアリング
- 211…ベアリング軸

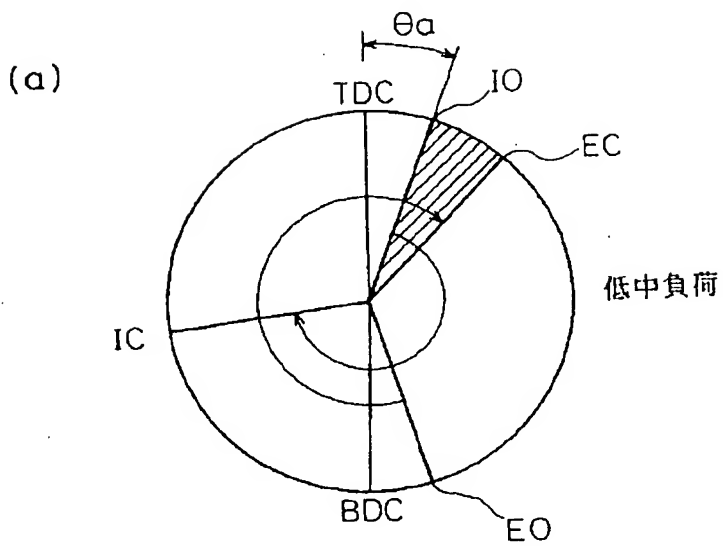
【図8】



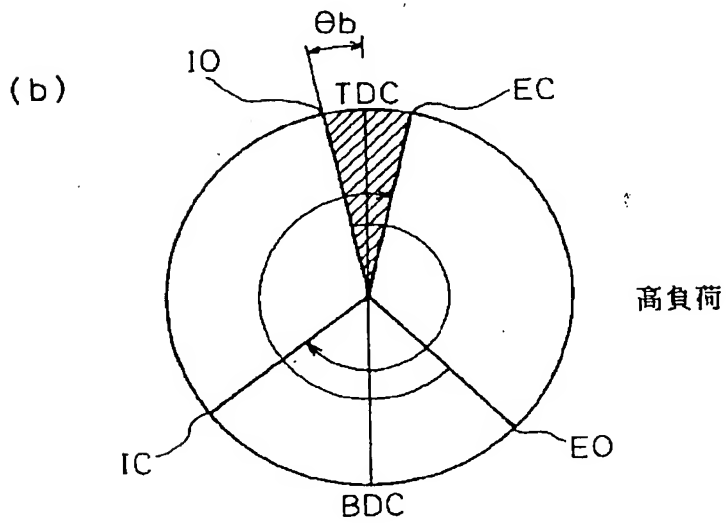
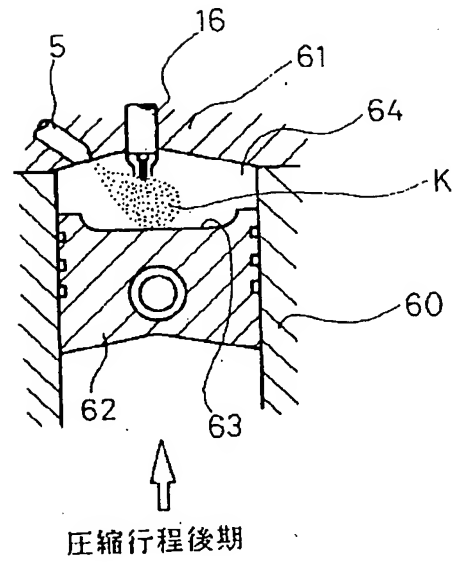
【図11】



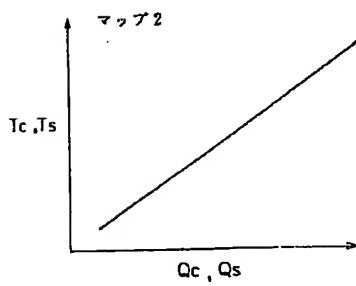
【図1】



【図3】



【図12】



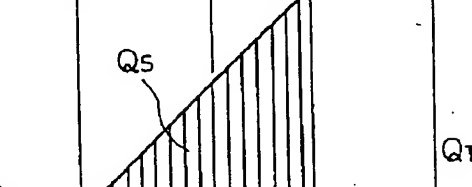
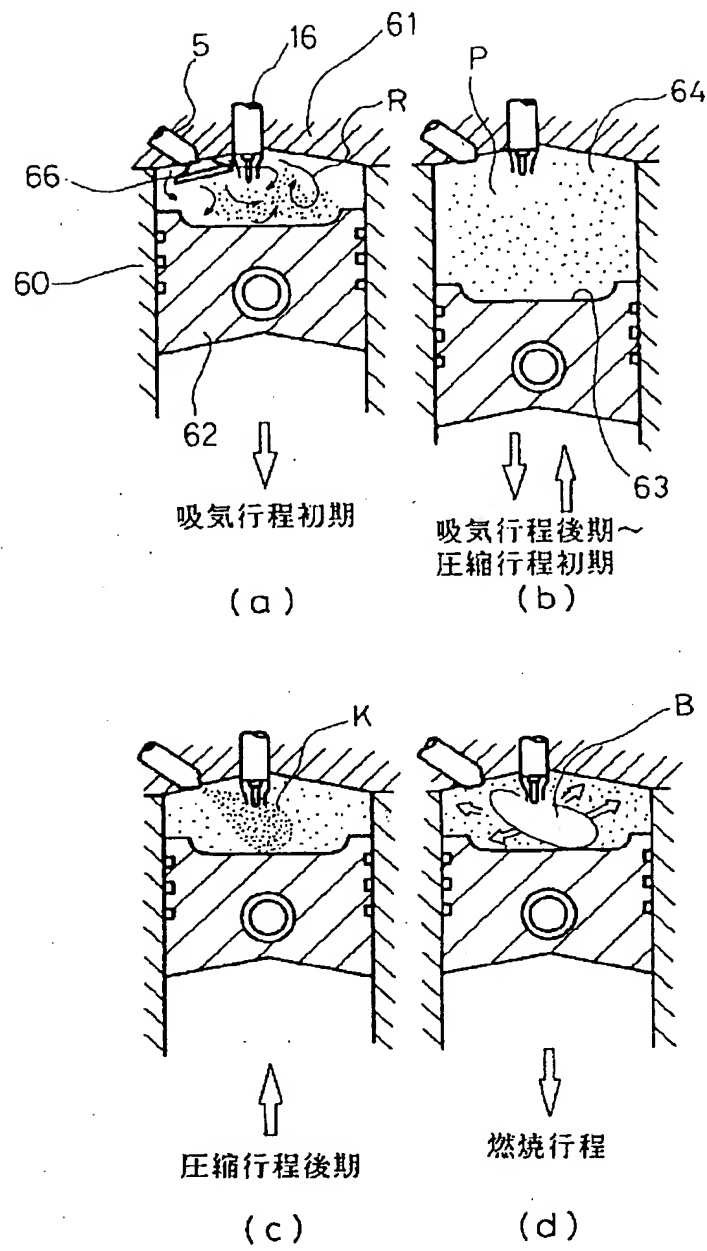
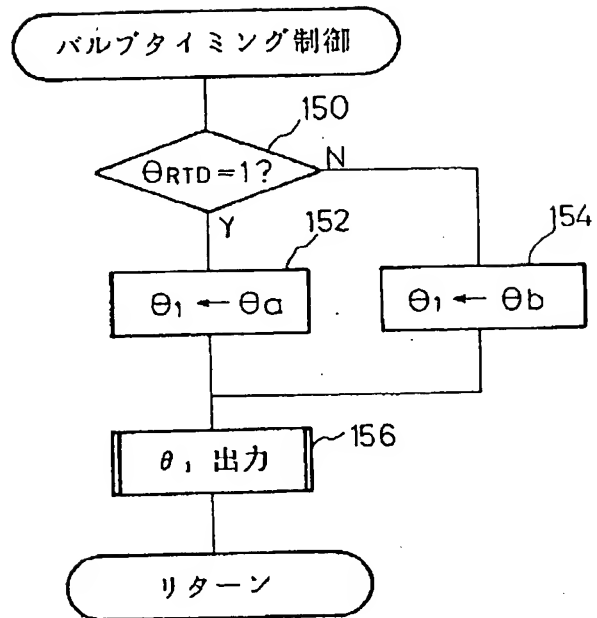
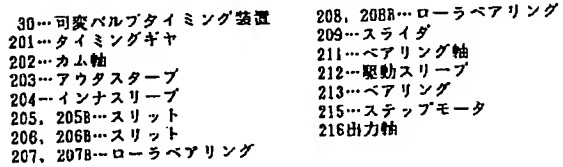


Figure 1 is a graph showing the relationship between the total spray amount Q_T and the spray amount Q_C . The graph is divided into three regions: I, II, and III. Region I is a triangle with base Q_1 and height Q_C . Region II is a rectangle with width $Q_2 - Q_1$ and height Q_C . Region III is a triangle with base $Q_T - Q_2$ and height Q_C . The total spray amount Q_T is the sum of Q_1 , Q_2 , and $Q_T - Q_2$. The spray amount Q_C is the height of the regions I and II. The spray amount Q_{C1} is the height of region III. The total spray amount Q_T is the sum of Q_C and Q_{C1} .

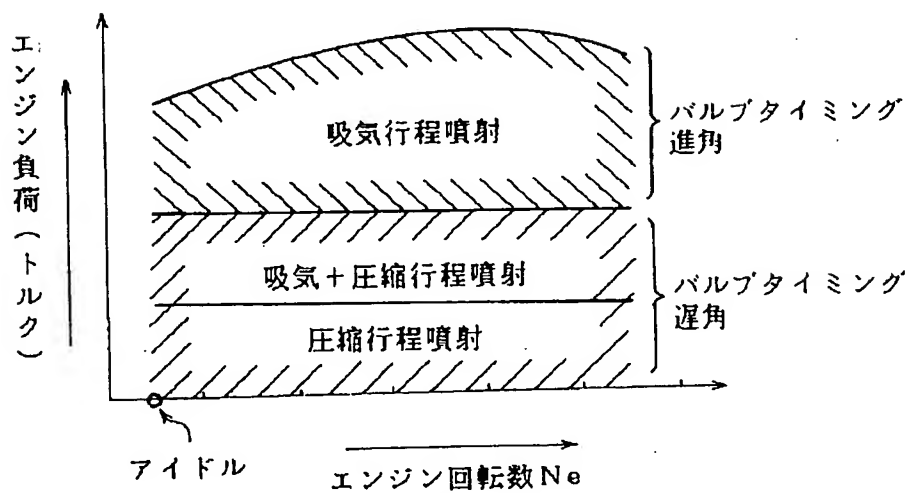
【図4】



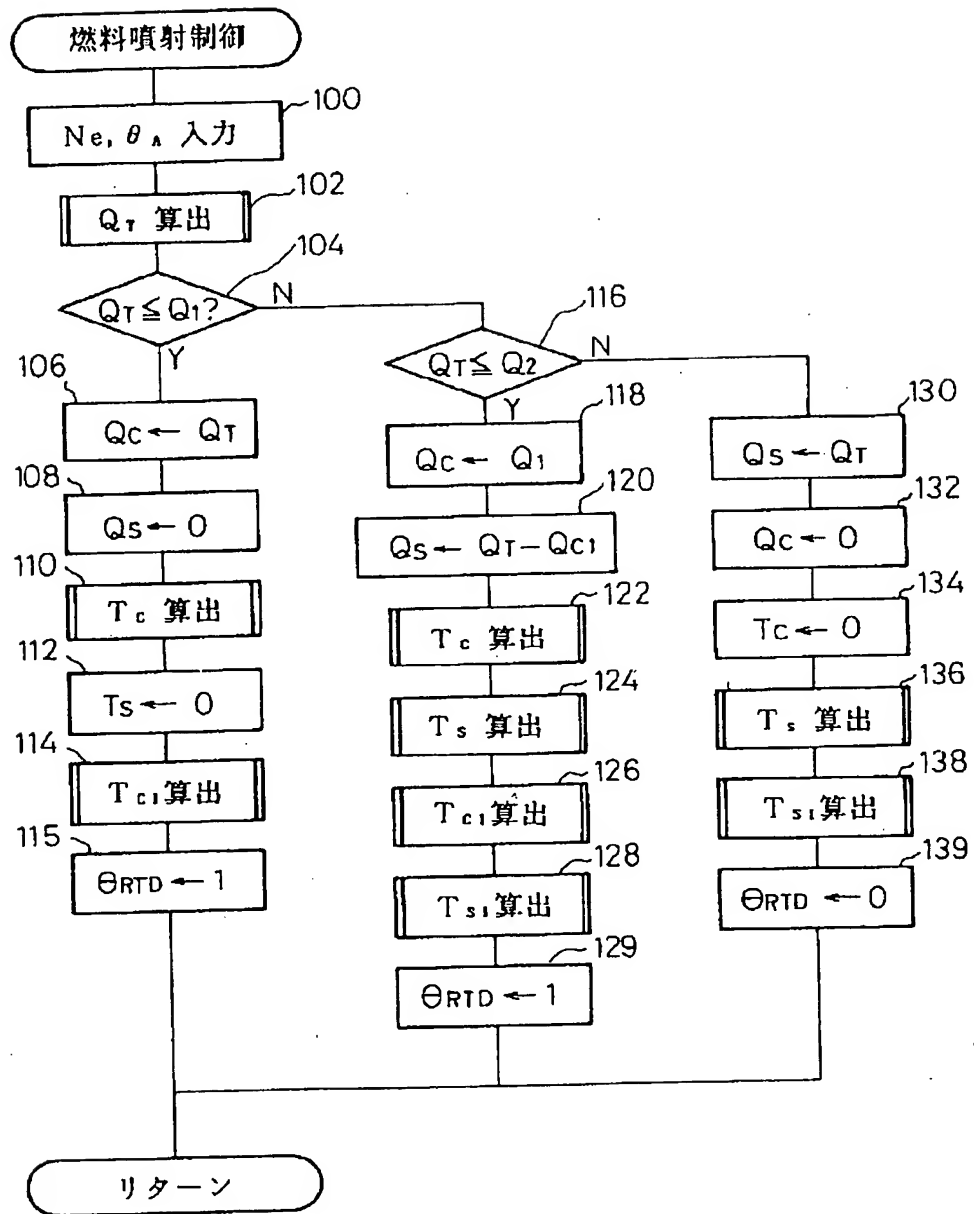
【图 16】



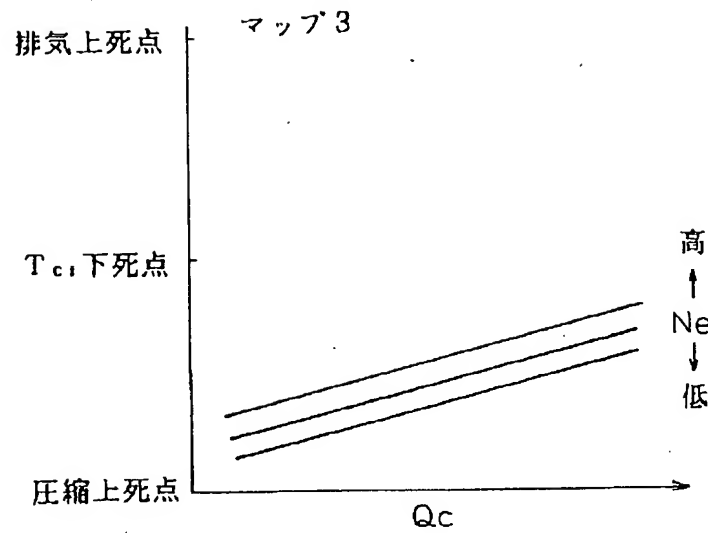
【图9】



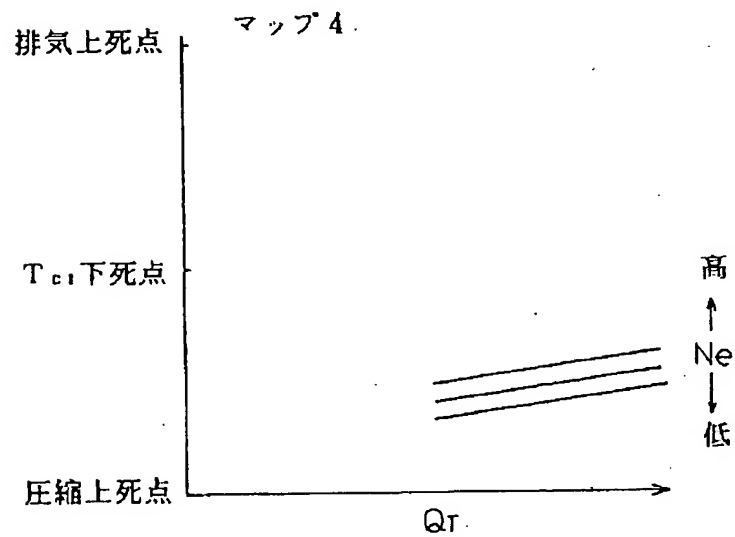
【図10】



【図13】



【図14】



【図15】

